



جمعية المهندسين الملكية المصرية

« تأسست في ٣ ديسمبر سنة ١٩٢٠ »

ومعتمدة بمرسوم ملكي بتاريخ ١١ ديسمبر سنة ١٩٢٢

﴿ النشرة الثامنة للسنة الخامسة ﴾

٦١

محاضرة

خلاصة أبحاثي

﴿ لحضرة فريد بك بولاد ﴾

« القيت بجمعية المهندسين الملكية المصرية »

في ٣٠ يناير سنة ١٩٢٥

الجمعية ليست مسئلة عما جاء بهذه الصحائف من البيان والآراء

تنشر الجمعية على أعضائها هذه الصحائف للتقد. وكل قد يرسل للجمعية
يجب ان يكتب بوعود و ترفق به الرسومات اللازمة بالحبر الاسود
(شفى) ويرسل برسائها صندوق البريد رقم ٧٥١ بمصر

ESEN-CPS-BK-0000000264-ESE

00426293

نبذة تاريخية في الطرق الرسمية (الجرافيكية)

لحسابات مقاومة المواد وتوازن الانشاءات (١)

« موضوع المحاضرة »

الفرض من هذه المحاضرة ملخص تاريخ القواعد والطرق الهندسية التخطيطية (الجرافيكية) المستعملة في الاستاتيكا الرسمية ومقاومة المواد وتوازن الانشاءات وتقديم الطرق الرسمية لحسابات مقاومة المواد التي نشرناها خلال الواحد وعشرين سنة الاخيرة في عدة مجلات هندسية فرنسية وملخص جلسات اكاديميه العلوم بباريس. والمؤتمرات العالمية التي عقدت في الهافر وستراسبرج ومونبليه وفي مجلتي المجموعات السنوية للرياضيات والانشاءات الكبارى والجسور وغيرها .

لا يخفى ان المباحث الهندسية التي قام بها العالم العظيم مونغ مؤسس المجمع العلمى المصرى وواضع علم الهندسة الوصفية هي الحجر الاساسى للطرق التخطيطية الشائع تطبيقها في فن الانشاءات حيث تؤدي خدمات جليلة

(١) استخرجنا المعلومات الموجودة في هذه المذكرة من بعض مؤلفات في مقامة المواد والاستاتيكا الرسمية والحساب التخطيطى ومن المحاضرة التي التيناها بالمرنسية في المجمع العلمى المصرى سنة ١٩٠٩ ونشرت في مجلة هذا المجمع لتلك السنة ومن المباحث في هذه المواد التي نشرناها في عدة مجلات هندسية ورياضية باوروبا

أن أول تطبيقات عملية منظمة للطرق المذكورة في حساب
الاعضاء المتنوعة للانشاءات وضعها العلماء الفرنسيون وفي مقدمتهم
بونسيليه مخترع هندسة المساقط وسنت جيلهم وميرى والكبتن ميشون
في يدرسه بكلية مترسنة ١٨٤٣

ان تقدم الهندسة العالية في منتصف القرن التاسع عشر سهل على
الكبتن ميشون الانتفاع بقواعدها في تطبيقات علم الاستاتيكا التخطيطية
النظرية . وبهذا يمكننا اعتباره أول من تدخل في نطاق هذا العلم
النفيس . ومع ذلك فقد ظهرت مجموعة في بطرسبرج سنة ١٨٢٦ في
الوقت الذي كان فيه المهندسان الفرنسيان لامى وكلايرون متصلين
بمحكمة الروسية شهد فيها بأن هذين العالمين هما أول من وضع الطرق
التخطيطية المنتظمة في الاستاتيكا الرسمية . وقد عمل هذا البيان
المنظم باستخدام بعض نظريات اساسية يرجع تاريخ معرفتها الى زمن
قديم مثل مضاع القوى لقارنيون والمضاع الجبلى ولم يكن يتصور
احد ان هذه النظريات ستكون ذات شأن عظيم في استخدامهما في
هذا الفرع

ولكن يونسليه ذلك الرجل العظيم قد حل باستعماله الطرق
التخطيطية بعض مسائل في الميكانيكا وكان اول من لاحظ ان
الحساب التخطيطى اسرع واسهل كثيرا من الحساب التحليلى والرقبى
ولا يمكن ان يقارن مطلقا بما يلقاه الانسان من التعب في حل مثل
هذه المسائل جماليا

ومع ذلك فان درجة قريبية تكفى عمليا لما يحتاج اليه طائفة

للمهندسين وأمكن العالم كوسينيرى مهندس الكبارى والجسور أن يجمع مع مانركه مواطنوه فى هذه المباحث فى نفس المادة وان يضعها فى كتاب سماه الحساب بالخطوط الذى ظهر فى باريس سنة ١٨٤٠ وهو أول مجموعة من نوعها

وقد عملت قبل مجيء العالم السويسرى كلمن مباحث غير هذه فى انجلترا سنة ١٨٥٠ الى سنة ١٨٧٠ بواسطة تيار الرسام ورائكين المهندس وكلارك مكسويل الرياضى وقد اعطوا جميعا حلولاً واضحة فى عدة مسائل متنوعة فى علم الاستاتيكا ولكن جميع هذه المباحث مع النظريات التى وضعها العلماء القوانسيون لم تكن الا لتظهر النظريات الاساسية فقط التى تصلح أن تكون اساساً لعلم جديد بقى للاستاذ كلمن لان يكون مؤسسه

وبالفعل أمكن كلمن العالم العظيم أثناء اللقاء محاضراته بمدرسة الهندسة بزوريخ ان يجمع أعمال من سبقوه ويتبجر فيها وقد انفع بأعمال الرياضى الايطالى العظيم كرعونا وكون سنة ١٨٦٤ عالماً مستقلاً متجالساً وهو الاستاتيكا الرسمية الذى لا يجهل اسمه اليوم أحد من المهندسين الفنين . ومع ذلك فان كلمن يتشرف بالاعتراف بجميل من سبقوه ويحفظ لكوسينيرى والكبتن ميشون الاولية فى هذا البحث

ولذلك يمكن اعتبار كوسينيرى الاول لانه أبتدأ بحثه سنة ١٨٣٩ ووضع المبادئ العمومية فى علم الحساب التخطيطى . ويليه الكبتن ميشون الذى وضع سنة ١٨٤٣ أول تطبيق مباشر لخواص مضاع القوى والمضامع الجبلية فى البحث عن توازن العقود والحيطان الشاندة

ولكن أول تطبيق لمضلع القوى والمضلع الحبل في إيجاد عزم الانحناء في عتب جز مرتكز على طرفين ظهر لكلمن وبريس في وقت واحد سنة ١٨٧٧ وجاء بعد كلمن جملة علماء مهر وكريموناوونكر وفرنيكل وقافارو وملايرسلو وويروك وكيلان وموريس ليفي وريتر وادي وماسو وكاميل جيدي وريزال ودوكان وبرتران دي فونتيلان وتجامان مايور وبليسه وغيرهم وبمعلمهم الظاهر حسنوا النظريات الاستاتيكية التخطيطية وكونوا نطاقا واسع الارحاء في هذا تطبيقات هذا العلم وقد أفادهؤلاء العلماء مقاول الاشغال بادخالهم الاستاتيكا الرسمية في الانشاءات العمالية العادية حيث تؤدي الآن من الخدمات مالا يمكن حصره ولكن مع انهم توسعوا كثيرا في استاتيكا التخطيطية حتى أصبحت طريقة سرية وسهلة وواضحة الا انه لم يزال مضاع القوى لفاربنون والمضلع الحبل والاشكال العكسية للمسيو كرمونا والطرق التخطيطية لاجراء التكامل للمسيو ماسو هي أساس ذلك العلم والآن اعرض على مسامع حضراتكم بعضا من الطرق التخطيطية الحديثة في حسابات مقاومة المواد التي اكتشفها احد اعضاء جمعية المهندسين المصرية أثناء تادية درس وحسابات تقوية انشاء الكبارى الكبيرة للسكك الحديدية التي على النيل وتطبيقها على حسابات تلك الكبارى وقد ظهرت في المحلات التي ستذكرها بعد

أولاً — طريقة انشاء المنحنيات بواسطة المقاييس الدوائية وتطبيق القاعدة المونوغرافية للبتط التي على استقامة واحدة المسيو دوكان (١)

في حساب الاعتاب والاقواس والكبارى المعلقة الخ. يقابل الانسان عددا عظيما من المنحنيات المعروفة بالمعادلات ذات العوامل المتغيرة مثل خطوط التأثير المختلفة في الاعتاب المستمرة والاقواس والمنحنيات المبنية لجهود القص والنهاية الكبرى لعزوم الانحناء في الاعتاب المستمرة والاقواس تحت تأثير احمال منتظمة متغيرة التوزيع والمنحنيات المرنة الحادثة تحت تأثير احمال متحركة على تلك الاعتاب والاقواس المنحنيات المبنية لعزوم الانحناء في الاعتاب والكبارى المعلقة ذات والطبليات الصلبة ولا نشاء بعض هذه المنحنيات تطبق اساليب طويلة ليس استخدامها عمليا

وقد عمل بعض المؤلفين بعد جهد متعب استغرق زمنا طويلا جدا جدا ولا عديدة الغرض منها تسهيل رسم خطوط التأثير لحالات خاصة في الاعتاب المستمرة ذات الفتحات المتساوية والاقواس وعلى العموم فان الانشاء التخطيطي للمنحنيات المعروفة بمعادلات من الدرجات العالية يحتاج عمليا الى حساب طويل متعب امكنا ان نستغنى عنه حديثا بواسطة الطريقة التخطيطية السابق ذكرها

وقد وضعنا تطبيقات منظمة لهذه الطريقة في ثلاث مذكرات اولها « المعنون تطبيق نظرية النقط التي على استقامة واحدة في تخطيط القطع الكلى من اى درجة » الذى نشر في مجلة المجموعات السنوية لانشاءات الكبارى والجسور (١) الخاصة بوزارة الاشغال بفرنسا

سنة ١٩٠٦ صحيفة ٢٥٥

هذه المذكرة تتعلق بالمذكرتين اللتين نشرناهما في نفس المجلة سنة ١٩٠٣ صحيفة ١٠٠ وسنة ١٩٠٥ صحيفة ١٦٥ تحت عنوان (تخطيط هندسي للقطع المكافئ من الدرجة الثالثة وتطبيقاتها على الخطوط الناقص في الاعتاب المستمرة ومخطيط القطع المكافئ من الدرجة الرابعة وتطبيقه على خطوط الناقص للاقواس المنخفضة وعلى المنحنيات البيانية للنهاية العظمى لجهود القص التي تحدث في الاعتاب المستمرة تحت تأثير الاحمال الثابتة مع الاحمال المتحركة المستظمة المتغيرة التوزيع هاتان المذكرتان الاخيرتان ومذكرتنا المعنوية « طريقة هندسية حديثة لاجزاد الجهود في الاعتاب المستقيمة على القنحات المستمرة » التي نشرناها في مجلة الجبتي سيقيل سنة ١٩٠٤ كان الغرض منها التقدير اللائق من المرحوم الميسور ريزال الاستاذ الشهير لعلم الكبارى المدنية ومقارنة المواد بـ مدرسة الكبارى والجبور ورئيس المجلس القسالى بوزارة الاشغال بفرنسا ان استعمال طريقة خطوط الناقص في درس الاعتاب المستمرة والاقواس والكبارى المعلقة الصلبة الخ لا يستغنى عنها كلما اريد الحصول بدقة نامية على النهاية العظمى للجهود الناشئة عن حمل غير منتظم التوزيع ولكن المهندسين يقفون حيارى امام الحسابات الطويلة المتعبة التي تعترض هذه الطريقة وكثيرا ما تنتهى بمعادلات القطاعات المكافئة من الدرجتين الثالثة والرابعة عملية توقيع هذه المنحنيات تحتاج الى عمليات عديدة متعبة للغاية وقد

تغلب فريد بولاد المهندس على هذه الصعوبة فقد نشر في مجلة الكبارى والجسور سنة ١٩٠٣ وسنة ١٩٠٥ مذكرتين قيمتين بين فیهما ما استنبطه من الطرق التطبيعية المتقنة البسيطة المبنية على المعلومات الجديدة في المائیس المكائنة لانشاء المنحنیات المكائنة ذات الدرجة العالية وسكون هذه الانشاءات ذات شأن عظیم في مساعدة المهندسين الرياضيين لتسهيل مهمتهم

وقد نشر المهندس فريد بولاد في مجلة الجيئی سيفیل بتاريخ ٣ اکتوبر سنة ١٩٠٤ عملية هندسية بسيطة مؤسسة على معلومات عن المركز الثابت لكل عقدة وعلى اقطب الناظر للمراكز المتعلقة بالمعلومات المتوالية التي تعین بسرعة وسهولة مقادير عزوم الانحناء على نقاط الارتكاز وقد ظهر هذا التقدير في سنة ١٩٠٦ في مجلة جمعية المهندسين لانشاءات المدنية المتخرجين من مدرسة الكبارى والجسور . وكذلك بخصوص الانتشار التي صادفته طريقة النقط ذات الاستقامة الواحدة بالتطبيق الحديث السابق الذكر فان مسيو دوکانی استاذ علمى الحساب الجرافيكى والتمرجرافيكى بمدرسة الكبارى والجسور ومدرسة المهندسخانة پاریس عر عن ذلك بالجلد الآتية في مقالته الثلاثة التالية :

أولاً — طريقة جرافيكية في الرياضيات التطبيقية في المجلة العلمية رينى ديمورا ١٩ مايو سنة ١٩٠٦ ان القطع المستقيمة الاوغارمية ليست كل ماله الفضل فيما يعتمد عليه المهندس للنوط بالحساب الجرافيكى بمواصلة اتساع العمل . وبخصوص حساب عتب الكبارى المدنية فان فريد بولاد المهندس بالسكة الحديد المصرية قد استخرج حديثاً باباً

هأما في القطاعات المتكافئة ذات الدرجات المختلفة وليس هناك شك في ان هذا يوصل الى اكتشافات جديدة لمن يتبع افكاره

ثانياً — بخصوص تطبيق الطريقة الجرافيكية في فن الحساب

(المجلة العلمية ٣ ابريل سنة ١٩٠٧ صحيفة ٤٥٢)

دعنا نسجل للان كلمة من بين كثير مما عرف في اساليب الحساب للتخطيطي مشابهة لما سبق ولكنها تتبع بيان الاعداد بقطع مستقيمة ليس طولها متناسباً لمقاديرها ولكنه مرتبط بدوال معينة جاري استعمالها مثل اللوغارتم (مقاس لوغاريتمى) أو القوى الصحيحة (مقياس تكافىء) وقد انبع المرسوم مهمك ابحاثاً مفيدة على استعمال المقياس اللوغاريتمى في الحساب الجرافيكى . وفريد بولاد المهندس لحسن الحظ قد استخدم القاييس الكافئة في تطبيقات مفيدة لحساب مقاومة المواد

ثالثاً — النجاح الحديث للطريقة النوموجرافية للنقط ذات

الاستقامة الواحدة

(المجلة العمومية للعلوم النظرية والتطبيقية ٣٠ مايو « سنة ١٩٠٧ صحيفة ٣٩٥) الحساب الجرافيكى العمومى — يجمل ان تذكر انه بادخال طريقة النقط ذات الاستقامة الواحدة في مسائل معينة داخله في نطاق الحساب الجرافيكى العمومى فان فريد بولاد المهندس بالسكة الحديد المصرية قد توصل الى حلول متواترة في العمل لمسائل تدخل كل يوم في دراسة مقاومة الكبارى « وقد عرض كل ما سبق على جامعة السوربون وعلى مدرسة الكبارى والجسور وأدخله المسين

دوكاني في كتاب الحساب الجرافيكى والتمرجرافيكى (١) ص ١٧٢
و٢٨٥ ومدون أيضاً في دائرة العلوم الرياضية (الحساب العددي) (٢)

ص ٣٢٨ و٣٣٦ و٣٤٦

ان طريقة خطوط التأثير هي من أهم المسائل المستعملة في حسابات
الكبارى نظراً لكونها هي الطريقة الوحيدة التي يحصل منها على
معلومات صحيحة عندما تستخدم في تعيين النتائج الحادثة من مرور أى
حمل كان مثل قطار سكة حديد على انشاء صناعى وتطبيقها في حالة
خطوط التأثير التجارية الخاصة بقطار يحدث لنا فائدة كبرى بالنسبة
الى تحقيق مقاومة الكبارى

وذلك لان جهاز الانحناء في حالة تسجيله لانحناء الحاصل في
عتب معدنى يوجد لنا بالدقة على ورق مربعات نفس خطوط التأثير
التي نحن بصددھا

من هذا قد وجدت واسطة للسيطرة المباشرة لتكشف بهما معنى
يحدث من النتائج التجارية على احد الكبارى ويتحقق ذلك بمقابلة
خط بتأثير النظرى بالتجارب

وما سبق نرى الاهمية الى حررها بعمل الابحاث التي ترشدنا
الى الانشاء الجرافيكى لهذه الخطوط وتلك الابحاث هي التي أرشدتنا
الى نطاق جديد من تطبيق المقياس الدولية في القاعدة التمرجرافية
النقط ذات الاستقام الواحدة لاجل انشاء المنحنيات على وجه العموم

1, *Calul Graphique et Nomographie par M d'Ocagne*

2, *Encyclopædie des Sciences Mathematiques pures et appli-
quées (Calculs numériques par M d'Ocagne)*

ويصح ان نلاحظ ان المميز الرئيسى لطريقة النشاء المنحنيات الجديدة هذه وهو تعيين النقط المطلوبة مستقلة احداها عن الاخرى بطريقة سريعة وقيمة باستعمال مقاييس تخطيطية دوائية تسمى مقترفة وهذه المقاييس تتركب من عناصر هندسية مكونة من مجموعة نقط مقابلة غالبا الى عوامل انفاقية

وتطابق قاعدة النقط ذات الاستقامة الواحدة على نمرة غرام مكون بعدد معين من تلك المقاييس ومقاييس تصويرى ذو معنى ارتكاز المنحنى المراد رسمه يتمين موقع وأطوال تلك المقاييس بمعلومية عوامل متغيرة مستمرة فى المعادلة البيانية للمنحنى الموجود تحت الاعتبار

تالياً — (طريقة الاشكال المتناظرة للمضلعات الحبلية)
عمت الفكرة بان المضلعات الحبلية التى افادت علم الاستاتيكا الجرافيكية هى الطريقة الوحيدة التى يجب تطبيقها بدون تردد كتركيب مجموعة قوى والحصول على عزمها وتعين جهود الانحناء المختلفة والتى تحدث فى اعضاء الانشاءات

ومن البدهى ان نهضة علم الحساب التخطيطى باختراع السيودوكانى طريقته المستحسنه للنقط ذات الاستقامة الواحدة يجب ان تسرى الى علم الاستاتيكا التخطيطية

وحقيقة ان تلك الطريقة التى خلقت من تطبيق قانون الثانية فى علم التمرجرافيا مهدت لنا السبيل فى حساب الكبارى العمل لتخيل نوع جديد من المضلعات باجزاء تحويل مزدوج فى علم الاستاتيكا يشابه الذى استعمله السيودوكانى فى اختراعه علم (التوجرافيا) وقد اشار السيوجوبيل الى هذه الفكرة فى مذكرته التى نشرت فى

مجلة الكبارى والجسور سنة ١٩٠٧، مخصوص كتاب السيوفوكاني
في الحساب التخطيطى والنوچراقيا)

اما تلك الاشكال الحديثة فهى مبنية فى مذكرة عنوائها (المضملات
المنظره وتطبيقاتها) التى نشرناها فى مجلة المجموعات الرياضية السنوية
سنة ١٩٠٧ (١) وبها نتهدى الى اسلوب حديث فى علم الاستاتيكا
الجرافيكية يمكننا من حل المسائل الاكثر تداولاً فى علم مقاومة المواد.
وتوازن الانشاءات بطريقة فى غاية من السهولة وبمختلف تماماً عن
طريقة المضملات الحبلية وقد بيننا بهذه المذكرة بعض التطبيقات التى
تظهر فوائد الاشكال المذكورة وأفضلية استعمالها فى حالة الحسابات
التخطيطية المستعملة وبذا نتجنب الخطأ الذى كثيراً ما ينشأ من رسم
موازيات ثلاثية القطبية المعروفة فى المضملات الحبلية العادية
فالنا — (نظرية هندسية فى انحناء القطع المضغوطة)

ان مسألة انحناء القطع المضغوطة هى معضلة فى علم مقاومة المواد
والحلون التى وصل اليها حتى الآن هى حلول تحليلية معض مبنية على
معادلات تفاضلية والحلول النظرية الموضحة فى كتب علم مقاومة
المواد مؤسدة على القانون التقريبي الخاص بنصف قطر الانحناء وهو

$$\frac{1}{r} = \frac{E}{\sigma} \quad \text{وهذا يؤدي الى المعادلة التفاضلية} \quad \frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{E}{\sigma} \quad \text{عق}^2$$

فى حالة التغيرات الصغيرة فى الشكل وهذا الحل يفرض معرفة حساب
التكامل الذى لا يدرس عادة الا فى مدارس الهندسة العالية وليس اتسبة
علوم واذا رجعنا الى استنباط معادلة اويلر من القانون التقريبي المذكور

أعلاه وجدناه يعطى حلا غير مقنع ويعتبر غير مالوف في الرياضة ولم
تصبح هذه المسألة جلية إلا بمساعدة التحليل المتعدد الذي أوجده
« لاجرانج » وهو أول من برهن على صحة معادلة « أوبلر » في
لمذكرته المشهورة عن أشكال الأعمدة — وبالمثل برهن أيضا بعض
كبار المهندسين بطريقة تحليلية مضبوطة أنه في حالة تقدير القيمة النهائية
للمجهود المضغوط يمكن استعمال المعادلة التفاضلية التيرمية المذكورة أعلاه
وأما الآن فإن الحلول الهندسية التي تؤدي للحساب التخطيطي
تفسر من نفسها وتدرسها آخذ في الانتشار أكثر فأكثر. ولما كانت
هذه الحلول مبنية على الميكانيكا الأولية والهندسة التي نستعمل في
في حل مسائل مقاومة المواد وتوازن المنشآت فضلها المماريون
والمهندسون والمشتون على الحلول التفاضلية والتكاملية هذا وقد ظهر
لنا أنه من الفائدة ادخال نظرية هندسية في القطع المضغوطة في
الرسالة التي اشراها في سنة ١٩٠٣ عنوانها النظرية المذكورة

« نظرية هندسية في أحماء القطع المضغوطة » تشمل

- ١ حلين هندسين مختلفين لحالات الانحناء القليلة في القطع
المضغوطة التي أطرافها ذات مفصلات وأحد هذين الحلين مبنى على
مخاصة معروفة جدا وهي أن خط المرن يأخذ شكل المضلع العجلى
لحمل يتوزع كمساحة بشكل العزوم
- ٢ مباحث هندسية في موضوع الانحناءات الظاهرة للقطع المضغوطة
- ٣ وضع بعض خواص هندسية للمنحنيات ذات الاثناء القليل
مثل محور قطعة مضغوطة طرفها بمفصلات بعد انحنائها

٤ : تطبيقات لهذه الخواص على حلول الثلاثة الاحوال الاساسية
الائتية لقطعة مضغوطة ومباحث في الانحناءات الظاهرة المتعلقة
بهذه الاحوال

أولاً — أحد الطرفين مثبت والآخر حر

ثانياً — الطرفين مثبتين

ثالثاً — أحد الطرفين مثبت والآخر ذو مفصلة

عرض هذه النظرية الاستاذ « باييه » في تدرسه بجامعة القنون
والمصانع بباريس وكان الغرض منها المذكرة الائتية التي نشرت في
مجلة (الجينى سيفيل) سنة ١٩٠٤

ان النظريات الحالية للقطع المستقيمة المضغوطة هي تحليلية وصرف
وكلها متعلقة بالمعادلات التفاضلية والفضل للمهندس فريد بولاد في تكلة
كتب المقاومات الخاصة بالعماريين ومهندسى المباني الذين يفضلون
درس المسائل المروضة في هذه الكتب بغير دخل لعلمى التفاضل
والتكامل باضافة نظريته الهندسية للقطع المستقيمة المضغوطة . وقد
أورد المؤلف بحته المؤسس على الاصول الاولية للهندسة حلين مختلفين
لكل من حالات انحناء هذه القطع مهما كان مقدارها عظيماً وطبق على
القطع المضغوطة الخواص الهندسية الاساسية للضلعات الجبلية

(رابعا) { انشاءات هندسية على نصف قطر
الدوران لمساحة مستوية بالنسبة لاجزاءها }

نشرنا هذه الانشاءات في المجموعة الدقوية لانشاءات الكبارى
والجسر لسنة ١٩٠٥ وواعطيناها بكن تقدير نصف قطر الدوران بالاسية

بالمساحة مستوية في أي اتجاه مباشرة بطريقة سهلة باستعمال دائرتين
ما يلين للمساحة المستوية المذكورة

فتكون مقادير انصاف أقطار الدوران مبنية بالأجزاء المحصورة
محيطي الدائرتين في الاشعة المارة بنقطة ثابتة على الدائرة الداخلية

(خامساً) { طرق تخطيطية لحل المعادلات التي
من الدرجة الاولى والمتعددة المجاهيل }

كثيرا ما يصادف في حساب الاعتاب المستمرة والاعتاب والاقواس
الشبكية التي يتمذر تعين بعض قيم جهودها بالاستاتيكا مائل نحتاج
لحل معادلات خطية ولذا أجرينا مباحث في الحل التخطيطي
لذلك المعادلات

واليك الاساليب التي توصلنا اليها

١ — أربع طرق تخطيطية مختلفة لحل المعادلات المذكورة (حقوق
طبعها محفوظة) ودرجت في كتاب المسيو « دوكاني » المعونة « ١ »
الحساب التخطيطي والتموغرافي ص ٣٩ و ٤٠ و ٥٥ — ٥٨)
ونختص اثنان من هذه الطرق الاربعة لحذف التخطيطي للمجاهيل
بوتيمان « مقارحين لطريقة المسيو (قندبرج) والثالثة لحل المعادلات
بواسطة رسم حزم من الاشعة

والرابعة تعتبر مناظرة لطريقة المسيو ماسو

٢ — نشرنا في مجلة المجموعات السنوية للرياضيات في شهر يوليو

سنة ١٩٠٧ مذكرة عنوانها الحل التخطيطي للمعادلات التي من الدرجة

الاولى وتشمل طريقتين مختلفتين

أحدهما باستعمال حزم من الأشعة القطبية التي تختصر طريقة
ماسو بدرجة عظيمة

والأخرى باستعمال المستقيمتين المزدوجة وبها يمكن حذف
المجاهيل نحوغرافيا وقد ذكر الأستاذ جلد زهر كل الطريقة السابقة في
المجلة الألمانية للرياضيات والطبيعات للأستاذين «مهلك» «روننجه»

لشهر ديسمبر سنة ١٩١٢

وكذلك وردت في ملخص جلسات جمعية أدنبرج الرياضية سنة

١٩٠٧ و سنة ١٩٠٨

قدالتينا في مؤتمر الماهر الذي عقد في سنة ١٩١٤ تحت إشراف
الجمعية الفرنسية لتقدم العلوم محاضرة عنوانها (طرق حديثة) لحذف
المجاهيل تخطيط في مجموعة معادلات من الدرجة الأولى. ونشرت
في جلسات هذا المؤتمر وقد عرضنا أربع طرق مختلفة

الأولى : بواسطة المضاعفات المتقطعة المرسومة على مجموعة مستقيمتين

متوازية

الثانية : بواسطة تطبيق قاعدة الخطوط المزدوجة

الثالثة : بواسطة مجموعة دوائر متقاطعة في نقطة واحدة

الرابعة : بواسطة إسقاط مضاع على ثلاثة محاور إما كانت

وقد نشرت مذكرة في جريدة الدنيا ٣١ يوليو سنة ١٩١٤

مختص هذه المحاضرة واليك تحريرها

« الجمعية الفرنسية لتقدم العلوم »

أما عن اشغال اقسام المؤتمر فالتا نذكر ما قام به فريد بولاد المهندس بالحكومة المصرية الذى قدم رسالتين قيمتين اورد فيها طرق مخطيطة لحذف عدة مجاهيل من مجموعة معادلات من الدرجة الاولى وقد قدم بالافصيل تطبيقات مختلفة لنظرية فى الانتقالات المزدوجة المرنة للاعتاب الممتدة التى كانت زبدة كتاب غاية من الاهمية قدمه المشيوايل لجمع العلوم فى جلسة ١٣ يوليو سنة ١٩١٤ وبين فيه أهمية النظريات السامية فى الكبارى المعدنية للمهندسين المتشئين وان المهندس فريد بولاد الذى كان عضوا فى اجتماعاتنا فى ليل هو مؤلف عدة نشرات قيمة فى الرياضيات وتطبيقها على العلوم الهندسية نشرت فى مجلتى مجموعات السنويه رياضيات وانشاءات الكبارى الجسور وفى مجلة الجمعية الرياضيه الفرنسيه بالسربون

(سادسا) مباحث فى الحسابات التخطيطة للاعتاب المستمر قدمنا فى سنة ١٩١٤ لأكاديمية العلوم بباريس مذكرة عنوانها نظرية حديثه على الانتقالات المرنة وتطبيقها لتسهيل الحساب المباشر لردود الفعل عند قطع ارتكاز الاعتاب المستمرة وقد نشرت فى مجلة الاكاديمية المذكورة فى ١٣ يولييه سنة ١٩١٤ وهذه النظرية بمجملها بنحول مباشرة الحسابات لردود الفعل عند قطع ارتكاز عيب ممتد (من جانب ما) موضع وضعا جريا على قطع مختلفة المتناسيب الى حل مجموعة معادلات خطية مدرجة مثل معادلات عزم الانحناء على قطع الارتكاز

وبهذه الطريقة يكفى وضعين غير مربوطين للحصول على ردود الفعل بطريقة تخطيطية بدون حاجة إلى المرور بحساب العزم كالعتاد وغير ذلك إذا عرف خطى التأثير للانتقالات الرأسية فى نقطتين من العتب المستمر بفرض حذف الركائز المتوسطة فإن هذه النظرية تكفى لحساب ردود الفعل وعزم الانحناء عند نقط الارتكاز بالشاء تخطيطى غاية فى السهولة لخط التأثير للانتقالات الرأسية عند أى نقطة محصورة بين هاتين النقطتين

وقد ظهرت فى الجريدة الرسمية للحكومة الفرنسية فى ١٧ يولييه سنة ١٩١٤ النبذة الآتية بخصوص النظرية المذكورة

عرض المسيو بول آبل فى اكااديمية العلوم بباريس بحاستها المنعقدة تحت رئاسته بتاريخ ١٣ يولييه سنة ١٩١٤ هذه السطور القيمة عن العمل المهم الآتى

(حسابات مقاومة المواد)

لغت الرئيس المسيو بول آبل نظر الجمع العلمى بوجه خاص الى بحث رياضى يبين فيه المواضع الأكثر فائدة وأهميتها للمهندسين المنشأين للكبارى المعدنية فقال : — ان هذا المؤلف الذى وضعه أجدتلاميذ مدرستنا المشهورين القدماء (فريد بولاد) المهندس بالسكة الحديد المصرية والذى عنوانه (نظرية على الانتقالات المرنه وعلى تطبيقاتها لتسهيل الحساب المباشر لردود الفعل عند نقط ارتكاز الاعتاب المعتدلة)

قد مهل بدرجة كبيرة حسابات الكبارى المعدنية ذات الفتححات المستمرة

وليس هذا أول عمل أتى به المؤلف لانه قدم للمجمع العلمى
(الذى قدر اعماله تقديراً طاليا) عدة مذكرات مفيدة علمية في
التطبيقات المهمة لطرق الفخوغرافيا التى عملها أحد اساتذته القداماء
السيودوكانى بمدرسة الكبارى والجسور

الفينا فى مؤتمر الهافر المذكور الذى عقد فى سنة ١٩١٤ تحت اشراف
الجمعية الفرنسية لتقدم العلوم محاضرة عنوانها (حسابات الاعتاب
المستمرة) نشرت فى ملخص جلسات هذا المؤتمر ولقد شرحنا
الآتى بالتفاصيل : —

أولاً — برهنة نظريتنا المذكورة فى الانتقالين المرين المخطين
التي ظهرت فى اكاديمية العلوم وكذلك نظرية أخرى فى الانتقالين
المرين الزاويين

ثانياً — تطبيق النظرية الاولى على انشاء خطوط التأثير للانتقالات
الرأسية فى نقطة من عتب ذو فتحة واحدة اذا عرف خطى التأثير
للك الانتقالات عند أى نقطتين تحصر بينهما النقط المذكورة

ثالثاً — تطبيق هاتين النظرتين على حساب ردود الفعل عند
قط الارتكاز وعزم التثبيت فى الحالة العمومية لعتب مستمر مهما
كان نوع جداره متكاملاً على نقط الارتكاز بعضها مثبت بزوايا مغلوبة
وبين مباحثنا عن الاعتاب المستمرة نورد مذكرتنا المعنونة
(طريقة هندسية حديثة لتحسين الجهود التى تنشأ فى عتب مستمر

مستقيم) التى ظهرت فى مجلة جيتى سيفل لسنة ١٩٠٤ المذكورة اعلاه
سابعاً — مباحث فى تقدير وبيان توزيع الجهود والتغيرات

الشكلية حول نقطة في جسم مرن

قدما في يولية سنة ١٩٢٢ لا كاديمية العلوم بباريس رسالة عنوانها
(في المناحت الهندسية للجهود الداخلية وللاتنقالات حول نقطة في)

جسم مرن) وقد ظهرت هذه الرسالة في ملخص الاكاديمية المذكورة
وهي تشمل ثلاثة بيانات هندسية كروية للجهود وللاتنقالات المذكورة
البيان الاول — يسمح بايجاد بطريقة سهلة (بواطة كرة الك
محددة بالنسبة الى ثلاثة محاور m, m', m'' وبقع مركزها في المستوى
 m, m', m'') الشدود المائلة على وحدة السطح ومركباتها العمودية والمماسية
ن و ت التي تؤثر على الجزئيات المختلفة المارة بنقطة م في جسم مرن
متغير شكله وفي حالة توازن تحت تأثير أى قوى والاجناس الثلاثة
المختلفة للشدود المذكورة ون و ت بالنسبة لمساحة جزئية ن ه مارة
بنقطة م ممثلة على التوالي في المقدار والاتجاه بالنسبة للمستوى m, m', m''
(الذى تقع فيه هذه المساحة الجزئية) وبالكمية الهندسية م د من
نقطة محدودة من هذه الكرة ك ومساقط هذه الكمية على المحور
م س والمستوى m, m', m''

وتكن في معرفة اثنين من الزوايا الثلاث التي يعملها العمودي على
المساحة الجزئية مع الثلاث محاور الرئيسية م ا س ج في نقطة م للحصول
مباشرة بواسطة هذه الكرة ك على الشدود ر و ن و ت بالنسبة
لهذه المساحة الجزئية

والبيان الثاني يعطى الشدود المائلة مقدرة في اتجاه ما محدود م ن

بالكمية الهندسية م التي تتبدى من نقطة أصل واحدة وتقع
نهايته على كرك ٢ تمر بنقطة الاصل المذكورة وكذلك يعطى البيان الثالث
بطريقة مشابهة لكرك ٢ بواسطة كميات هندسية لكرك ثلثة التأثيرات
المرنة فى أى نوع كان (انتقالات أو جهود داخلة) تقديرها حسب
اتجاه معين ثابت س س التي تتولد حول نقط س ص جسم مرن
مقيدة بروابط خارجيه كاملة تحت تأثير قوة ثابتة س موقعة باتجاهات
مختلفة فى نقط أخرى محدودة فى هذا الجسم وقد تكلم المسيو دوكانى
عن هذه الرسالة فى أكاديمية العلوم (الجريدة الرسمية للجمهورية
الفرنسية بعددها الصادر فى ٢١ يوليو سنة ١٩٢٢) وقدلفت العلامة
المسيو دوكانى نظر الجمع العلمى نبوغ خاص الى بحث عالم مصرى الى
عظيم الشأن فى الاستدلال الهندسى للقوى الداخلية والانتقالات التي
تقع حول قطعة فى جسم مرن وقد عرض المؤلف وهو فريد بولاد
ثلاث بيانات جديدة هندسية كرويه تنطبق على هذه المسألة

وقد القينا أيضا فى مؤتمر مونيخ الذى عقد فى سنة ١٩٢٢ تحت
اشراف جمعية تقدم العلوم الفرنسيه محاضرة عنوانها (فى بيان وتقدير
الجهود والتغيرات الشكلية حول نقطة فى جسم مرن) وقد نشرت
هذه المحاضرة فى ملخص جلسات هذا المؤتمر وهى تشمل شرحا مفصلا
لثلاث بيانات الكرويه المتقدمة وبراهينها وتطبيقاتها على تعيين التأثيرات
المرنة من أى شغل كانت حول نقطة وقد اشترت جريدة الطان بعدها
الصادر فى ٢١ يوليوسنة ١٩٢٢ الكلمات الاتية بخصوص ذلك
فى قسم الرياضيات والفلك التي فريد بولاد المهندس بالحكومة

المصريه واخذ أعضاء المجمع العلمى المضرى محاضرة نفسه بسط فيها بيان لمعين الجهود والتغيرات الشكليه التى تقع حول نقطة فى قدم مرن وقد تمكن بواسطة طريقه بذيعه ابتكرها من تحويل البحث عن التأثيرات المرنة من أى نوع حول نقطة معينه فى جسم ذى شكل متغير الى الى لمعين هندسى بسيط ومباشر على كرة تصورها

ثامنا — حساب جهود الفضيان الزائدة فى الاعتبار والاقواس الشبكية الغير معينة استاتيكا فى الداخل

القيتا فى مؤتمر الدولى باستر اس برج سنة ١٩٢٠ محاضرة عنوانها (نظرية حديثة لحساب جهود الفضيان الزائدة والاقواس الشبكية ذات القوائم وصلبان نذت اندرية) وقد ظهرت هذه المحاضرة فى ملخص جلسات هذا المؤتمر وفى مجلة الهندسة عدد يناير سنة ١٩٢٢ الطرق والقوانين المستعملة لمعين جهود اعضاء الاعتاب والاقواس المذكورة ذات الاربطة الداخلية الغير معينة محل الاستاتيكا ليست عملية على الخصوص فى حالة ما يراد البحث عن الجهود المظمى لهذه الاعضاء متى تأثرت باحمال غارضة أو متحركة

قد شرحنا فى مذكرتنا هذه نظرية جديدة اقترحنا تسميتها بنظرية الجهدين المقترين ويمكن لسهولة بواسطة هذه النظرية حساب جهود الفضيان الزائد، فى المنشآت المذكورة وشرحنا هذه النظرية بطريقه بسيطه مبنيه على قاعدتى التناسب والتطبيق للقوى وتثبيتها المرنة وكذا قاعدة المقابلة لهذه التأثيرات

قد ذكرت هذه النظرية فى التقرير الآتى الذى ظهر فى مجلة

١ كاديمية العلوم بتاريخ شهر ديسمبر سنة ١٩٢٢

الدكتور فريد يولاد عضو المجمع العلمى المصرى بخدمة قلم كبرى
السكة الحديد المصرى منذ اكثر من خمسة وعشرين سنة ولم يفتنع بما
مارسه من الطرق التى درسها فى مدرستا الكبارى والجسور بل اراد
تكميلها باستنباط طرق تخطيطية ومباحث مأخوذة من الفهرغرافيا
وقد وجه عناية خاصه للاشياء التى لا تحل بالاستاتيكا وقد أورد
فى محاضرة هامة سماها (الجهود المقترنة) وقد نشأ منها تسهيلات
ذات قيمة كبيرة وقد كان للمهندسة النظرية التى وضعها المهندس فريد
يولاد فى مذكرات مفيدة من الاهمية ما جعلها تستلفت انظار المشغلين
بالمهندسة واخضهم جاستون داربو

وقد وزع فريد يولاد بذور العلوم الفرنسية فى بلاده وترى اللجنة
ضرورة منحه جائزة مونتيون للميكانيكا لسنة ١٩٢٢ وقد واثق المجمع
العالمى على اقتراح اللجنة

وقبل النهايه أقدم نشكراتى لسعادة رئيس جمعيتنا وحضرات اعضاء
مجلسها وزملائى المهندسين لاهتمامهم بسماع محاضر فى التى أوردت فيها
المذكرات والمجلات التى نشرت مباحثنا لتكون عوناً لمن يريد الاشتغال
بالمواضيع المتقدمه التى لم تتداولها أبداً المهندسين وقد ذكرت فيها
تقديرات الاسانذة والجمعية العلميه لتشجيع كل من يميل الى التوسع
فى القانون التى لم تزل بلادنا مفتقرة اليها ولتوطيد الامل فى مهندسينا
الحديثين أن ياتوا بما يرفع شان البلاد ويقوى مركزها العلمى بين عمالك
أوربا

فريد يولاد

مُطَبَّعًا فِي الْمَوْضِعِ الْمَذْكُورِ بِمَجَرَّةِ
مَجَرَّةِ الْكَلْبِ الْمَذْكُورَةِ بِمَجَرَّةِ الْكَلْبِ